

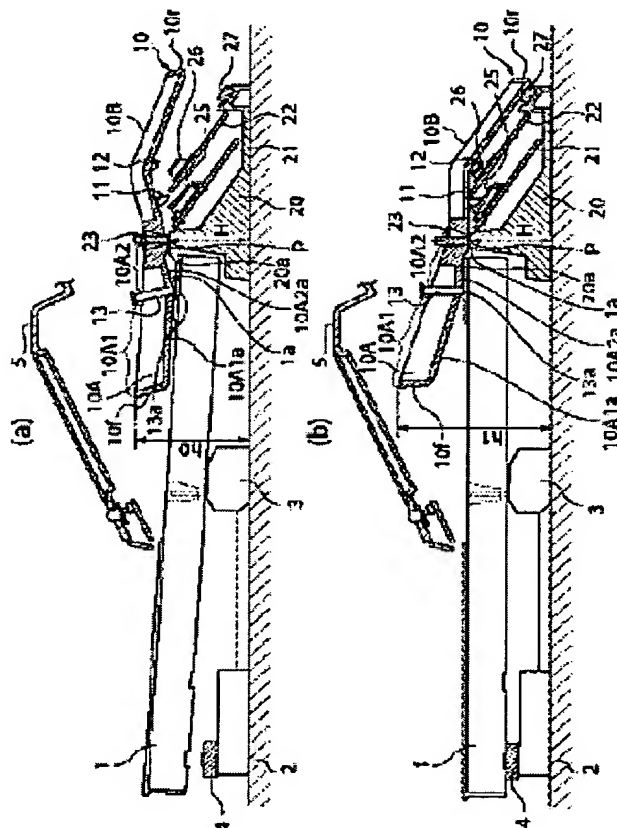
KEYBOARD DEVICE

Patent number: JP2001159894
Publication date: 2001-06-12
Inventor: NISHIDA KENICHI; MORI NAOHISA; ISHIHARA HIDEKI
Applicant: YAMAHA CORP
Classification:
 - International: G10H1/34; G10B3/12
 - european:
Application number: JP20000080396 20000322
Priority number(s): JP19990269760 19990924; JP20000080396 20000322

Report a data error here

Abstract of JP2001159894

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a keyboard device with which an adequate key touch feel may be obtained by assuring the degree of freedom in designing a mass body while saving the spacing in a vertical direction and the keyboard device with which the desired key touch feel and more natural key touch feel may be obtained without complicating constitution. **SOLUTION:** An opposite surface 10A1a (under surface) to a key 1 of a first mass concentration part T10A1 of the mass body 10 is proximate in almost parallel to the top surface of the key 1 in a non-key touch state and an opposite surface 10A2a (under surface) to the key 1 of a second mass concentration part T10A2 is proximate in almost parallel to the top surface of the key 1 in a key touch state, by which the space saving in the vertical direction is achieved. In the case of a static touch, a first actuator 11 abuts on a first switch part 25 and reaction force F2 acts thereon and thereafter a second actuator 12 abuts on a second switch part 26 and reaction force F3 acts thereon, following which the reaction force is reduced by the buckling of the switch part 26 and a let-off feel is generated. As a result, the key touch feel (curve ST) of the static touch in a grand piano may be spuriously obtained.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-159894

(P 2 0 0 1 - 1 5 9 8 9 4 A)

(43) 公開日 平成13年6月12日(2001.6.12)

(51) Int. Cl. ⁷

識別記号

F I

テーマコード (参考)

G10H 1/34

G10H 1/34

5D378

G10B 3/12

G10B 3/12

J

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全17頁)

(21) 出願番号 特願2000-80396(P 2000-80396)

(22) 出願日 平成12年3月22日(2000.3.22)

(31) 優先権主張番号 特願平11-269760

(32) 優先日 平成11年9月24日(1999.9.24)

(33) 優先権主張国 日本(J P)

(71) 出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72) 発明者 西田 賢一

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

(72) 発明者 森 尚久

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

(74) 代理人 100081880

弁理士 渡部 敏彦

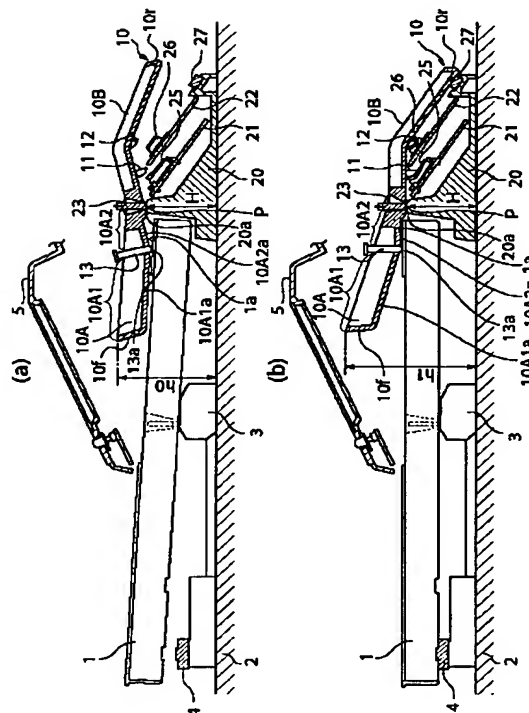
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鍵盤装置

(57) 【要約】

【課題】 上下方向の省スペース化を図りつつ、質量体の設計の自由度を確保して適切な押鍵感触を得ることができる鍵盤装置、構成を複雑化することなく所望の押鍵感触やより自然な押鍵感触を得ることができる鍵盤装置を提供する。

【解決手段】 質量体10の第1質量集中部10A1の鍵1に対する対向面10A1a(下面)は非押鍵状態において鍵1の上面と略平行に近接し、第2質量集中部10A2の鍵1に対する対向面10A2a(下面)は押鍵状態において鍵1の上面と略平行に近接し、これにより、上下方向の省スペース化を図る。静的タッチの場合、第1アクチュエータ11が第1スイッチ部25に当接して反力F2が加わり、次いで、第2アクチュエータ12が第2スイッチ部26に当接して反力F3が加わった後、スイッチ部26の座屈により反力が減少してレットオフ感が生じる。これにより、グランドピアノにおける静的タッチの押鍵感触(曲線ST)を擬似的に得る(図3)。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 押鍵操作により回動する鍵と、該鍵の押鍵操作により被駆動部を介して駆動され回動支点部を中心に回動する質量体とを備えた鍵盤装置であって、前記質量体の前記被駆動部は、前記回動支点部から延設された延設部に設けられ、

前記延設部は、前記被駆動部より自由端側である第 1 延設部と、前記被駆動部より前記回動支点部側である第 2 延設部とから成り、

前記鍵が非押鍵位置にあるとき、前記第 1 延設部及び前記第 2 延設部の一方と前記鍵との両対向面が前記鍵の長手方向において略平行に近接すると共に、

前記鍵が押鍵終端位置にあるとき、前記第 1 延設部及び前記第 2 延設部の他方と前記鍵との両対向面が前記鍵の長手方向において略平行に近接するように構成したことを特徴とする鍵盤装置。

【請求項 2】 押鍵操作により回動する鍵と、該鍵の押鍵操作により駆動され回動中心を中心に回動する質量体とを備えた鍵盤装置であって、

前記質量体は、該質量体の部位の中で押鍵開始から押鍵終了までの押鍵全行程中に最高位に位置する部位であって該最高位に位置したときに略水平となる最高水平部と、前記質量体の部位の中で前記押鍵全行程中に最低位に位置する部位であって該最低位に位置したときに略水平となる最低水平部の、少なくとも一方を備えたことを特徴とする鍵盤装置。

【請求項 3】 前記質量体は、前記回動中心から延設された延設部に錘が設けられることにより慣性質量が与えられ、前記錘は、前記最高水平部の下方または前記最低水平部の上方において前記延設部に内包されるように配置されたことを特徴とする請求項 2 記載の鍵盤装置。

【請求項 4】 押鍵操作により回動する鍵と、回動中心から延びる両腕部を有するシーソー構造の質量体であって、一方の腕部に被駆動部を有し該被駆動部を介して受けた押鍵操作による駆動力によって前記回動中心を中心として回動する質量体とを備え、

前記一方の腕部と他方の腕部とに錘を分離配置し、押鍵操作により前記質量体の前記一方の腕部が前記鍵よりも上方に跳ね上がると共に、

押鍵操作により、前記質量体の前記他方の腕部の少なくとも一部が前記被駆動部よりも下方に位置するように前記質量体を配設したことを特徴とする鍵盤装置。

【請求項 5】 押鍵操作により回動する鍵と、該鍵の押鍵操作により駆動され回動支点部を中心に回動する質量体と、

弾性膨出部を含む可動部と該可動部に対応する固定部とから成り、前記鍵の押鍵操作に伴い前記弾性膨出部が弾性変形することにより反力を発生する反力発生手段と、該反力発生手段とは別個の手段であって、押鍵操作される前記鍵に反力を付与して該鍵を復帰させる復帰手段と

を備え、

前記反力発生手段及び前記復帰手段が協働して押鍵終了直前にレットオフ感を生じさせるように構成したことを特徴とする鍵盤装置。

【請求項 6】 押鍵操作により回動する鍵と、

該鍵の押鍵操作により駆動され回動支点部を中心に回動する質量体と、

弾性膨出部を含む可動部と該可動部に対応する固定部とから成るセンサ部とを備え、

10 前記鍵の押鍵操作に伴い前記センサ部の弾性膨出部が弾性変形することにより、楽音発生用の押鍵動作が検出されると共に所定態様の押鍵反力が発生するように前記センサ部が構成され、

前記センサ部は、独立した第 1、第 2 センサ部から成り、前記第 1 センサ部は、押鍵操作に伴い第 1 の反力を発生し、第 2 センサ部は、押鍵操作に伴い前記第 1 の反力よりも遅れて第 2 の反力を発生すると共に押鍵終了直前にレットオフ感を生じさせるように構成されたことを特徴とする鍵盤装置。

20 【請求項 7】 押鍵操作により回動する鍵と、

該鍵の押鍵操作により駆動され回動支点部を中心に回動する質量体と、

前記鍵の自重及び前記質量体の自重の少なくとも一方により、鍵ストロークに対する押鍵反力特性として、平坦な押鍵反力を押鍵による前記鍵の回動往行程初期に発生させる初期反力発生手段と、

弾性膨出部を備え、前記鍵及び前記質量体のいずれか一方により押圧されて前記弾性膨出部が弾性変形することで、前記鍵ストロークに対する押鍵反力特性として、第 1 の山形反力を前記鍵の回動往行程において前記平坦な押鍵反力の発生に続き発生させる第 1 山形反力発生手段と、

弾性膨出部を備え、前記鍵及び前記質量体のいずれか一方により押圧されて前記弾性膨出部が弾性変形することで、前記鍵ストロークに対する押鍵反力特性として、第 2 の山形反力を前記鍵の回動往行程において前記第 1 の山形反力の発生に続き発生させる第 2 山形反力発生手段とを備え、

前記第 2 山形反力発生手段の前記弾性膨出部は、基端部から腕状に膨出して形成され、押圧往行程初期にその反力が高く、押圧往行程中期乃至終期にかけてその反力が押圧往行程初期よりも低くなって座屈感を生じさせると共に、押圧時の発生反力よりも押圧解除時の発生反力の方が小さくなるように構成されたことを特徴とする鍵盤装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、押鍵操作に連動して回動する質量体を備えた鍵盤装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】従来、押鍵操作に連動して回転する質量体を備えた鍵盤装置が知られている。

【0003】図10は、第1の従来の鍵盤装置の概略構成を示す断面図である。同図(a)は非押鍵状態を示し、同図(b)は押鍵状態を示す。なお、以下、演奏者側を前方と称する(前側を意味する)。

【0004】本装置は、押鍵操作されるシーソー型の鍵101と、押鍵時に適当な慣性力を得るための質量を有する質量体110とから構成される。質量体110は、鍵101の上方において支持部120上の回転支点部P'より前方に延設された延設部110Aを有する。延設部110Aの下面には、被駆動部113が設けられている。質量体110は、被駆動部113を介して鍵101によって駆動され、回転支点部P'を中心に回転する。

【0005】同図に示すような、回転支点部P'を鍵101のやや後方に配置し、延設部110Aの下面を略平面状に形成する構成を採用した場合、押鍵行程において、特に延設部110Aの下面と鍵101の後部上面とが干渉しないように留意しなければならない。

【0006】具体的には、非押鍵時には、同図(a)に示すように延設部110Aの前部下面110aが鍵101の後部上面に当接しないように留意する。一方、押鍵時には、同図(b)に示すように延設部110Aの後部下面110bが鍵101の後部上面に当接しないように留意する必要がある。そこで、押鍵全行程において干渉を避けるために、回転支点部P'の位置を高くする、すなわち支持部120の上端位置高さH'を十分に高く設定するようにしていた。本例では結果として、棚板102上面から延設部110Aの前端部上部までの距離hは、非押鍵時に最小(h0')で押鍵時に最大(h1')となり、h1'以上の上下方向におけるスペースを確保しなければならない。

【0007】また、適当な慣性力を得るための質量として、例えば金属等の錘が質量体110の自由端部に設けられることがあるが、延設部110Aの前端部上部に錘を設けた場合は、その錘の上方への突出量分も考慮しなければならない。

【0008】第1の従来の鍵盤装置では、このようにして、押鍵の全行程において鍵と質量体との間隔を十分に確保すると共に、錘が突出している場合はそれも考慮して装置の高さを設定するようにしていた。

【0009】一方、押鍵操作により回転するレバーと、押鍵によりレバーまたは鍵に当接する弾性腕状部材とを設けた第2の従来の鍵盤装置が知られている。この装置では、弾性腕状部材が押鍵によって押圧されて変形し、押圧力(反力)がストロークに応じて変化することを利用し、クリック感等のグランドピアノのタッチ感触を得るようにしている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記第1の従来の鍵盤装置では、鍵101と質量体110との干渉を確実に回避する等のため、回転支点部P'の位置を高く(鍵と質量体との上限関係が逆の場合は回転支点部P'の位置を低く)設定する必要があり、その分、上下方向のスペースを確保しなければならない。

【0011】また、上記第1の従来の鍵盤装置では、延設部110Aの前端部上部が押鍵行程において最高位に位置するにもかかわらず、この前端部上部が角張っているため、上下方向におけるスペース確保の観点からは好ましくない。特に、延設部110Aの前端部上部に錘を設けた場合は、その錘の上方への突出量分だけ上下方向におけるスペースがさらに圧迫される。

【0012】必要スペースの削減は、質量体の長さ、厚み、質量分布等を変えることである程度対応可能である。しかし、上下方向のスペース的制約が大きいと、質量体の機能の最適化を図るような設計が困難になるし、上下方向以外の省スペースにも影響を与える。干渉回避のためだけにスペースを費やしてしまうと、それだけ質量体の設計上不利であり、良好な押鍵感触を設定する上で支障が生じる。

【0013】一方、上記従来の第2の従来の鍵盤装置では、反力を発生する弾性腕状部材は押鍵動作を検出するキースイッチ部とは別個に設けられていたため、構成が複雑であり、また、キースイッチ部による反力の影響を受け、押鍵感触を繊細に制御することは困難であった。特に、キースイッチ部は押鍵終端位置近傍でオンされるから、レットオフ等、押鍵後期において押鍵感触に与える影響が小さくない。そのため、より適切な押鍵感触を得る上で改善の余地があった。

【0014】また、上記従来の第2の従来の鍵盤装置では、グランドピアノの押鍵の往行程におけるクリック感が考慮していないため、グランドピアノの押鍵反力を再現するには不十分である。すなわち、グランドピアノでは、押鍵初期や中期でも複雑に押鍵反力が変化し、これらも特に静的タッチ感触に影響するだけでなく、押鍵解除後の復行程において鍵に伝わる押鍵反力も押鍵感触に影響を与える。従って、よりグランドピアノに近い自然な押鍵感触を実現する上で改善の余地があった。

【0015】以上をまとめると、次のことがいえる。

【0016】発音タイミングとタッチ感触とが共に良好なグランドピアノを模した電子楽器の鍵盤機構を得るためには、構造的な制約がかなりある。例えば発音タイミングをグランドピアノに合わせるようにスイッチ等の弾性膨出部を設計すると、タッチ感触、特に押鍵後半のクリック感やレットオフ感がうまく実現できない一方、これらの感触に焦点を合わせて設計すると発音タイミングがうまくとれない。

【0017】そこで、両目的を同時に達成するために弾性膨出部をそれぞれの目的達成用に別々に設ければよい

とも考えられる。しかしながら、互いの目的達成のために用いられる複数の弾性膨出部が相互干渉を起こしてしまう。ここで、スイッチの弾性力を弱めれば、トータルとしてのグランドピアノのタッチ感触らしきものを実現することができるかもしれない。しかし、いわゆる相互干渉を起こしているの、「あく」のあるいかにも人為的に作られたタッチ感触になってしまいがちである。加えて、スイッチ部の耐久性を向上させることも困難となる。

【0018】本発明は上記従来技術の問題を解決するためになされたものであり、その第1の目的は、上下方向の省スペース化を図りつつ、質量体の設計の自由度を確保して適切な押鍵感触を得ることができる鍵盤装置を提供することにある。また、本発明の第2の目的は、構成を複雑化することなく、押鍵動作検出のために押鍵最終段階で発生する反力をも考慮して押鍵反力を設定でき、押鍵動作検出による影響を排除して所望の押鍵感触を得ることができる鍵盤装置を提供することにある。

【0019】さらに、本発明の第3の目的は、構成を複雑化することなく、押鍵の復行程における押鍵反力をも考慮して、より自然な押鍵感触を得ることができる鍵盤装置を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するために本発明の請求項1の鍵盤装置は、押鍵操作により回転する鍵と、該鍵の押鍵操作により被駆動部を介して駆動され回転支点部を中心に回転する質量体とを備えた鍵盤装置であって、前記質量体の前記被駆動部は、前記回転支点部から延設された延設部に設けられ、前記延設部は、前記被駆動部より自由端側である第1延設部と、前記被駆動部より前記回転支点部側である第2延設部とから成り、前記鍵が非押鍵位置にあるとき、前記第1延設部及び前記第2延設部の一方と前記鍵との両対向面が前記鍵の長手方向において略平行に近接すると共に、前記鍵が押鍵終端位置にあるとき、前記第1延設部及び前記第2延設部の他方と前記鍵との両対向面が前記鍵の長手方向において略平行に近接するように構成したことを特徴とする。

【0021】この構成によれば、被駆動部は、質量体の回転支点部から延設された延設部に設けられ、前記延設部は、前記被駆動部より自由端側である第1延設部と、前記被駆動部より前記回転支点部側である第2延設部とから成る。押鍵操作により、前記質量体が前記被駆動部を介して駆動され前記回転支点部を中心に回転する。鍵が非押鍵位置にあるとき、前記第1延設部及び前記第2延設部の一方と前記鍵との両対向面が前記鍵の長手方向において略平行に近接する。一方、前記鍵が押鍵終端位置にあるとき、前記第1延設部及び前記第2延設部の他方と前記鍵との両対向面が前記鍵の長手方向において略平行に近接する。これにより、押鍵による質量体の回転

行程において鍵との干渉を回避しつつ可能な限り鍵と近接させることで、上下方向の省スペース化を図りつつ、質量体の設計の自由度を確保して適切な押鍵感触を得ることができる。

【0022】上記第1の目的を達成するために本発明の請求項2の鍵盤装置は、押鍵操作により回転する鍵と、該鍵の押鍵操作により駆動され回転中心を中心に回転する質量体とを備えた鍵盤装置であって、前記質量体は、該質量体の部位の中で押鍵開始から押鍵終了までの押鍵全行程中に最高位に位置する部位であって該最高位に位置したときに略水平となる最高水平部と、前記質量体の部位の中で前記押鍵全行程中に最低位に位置する部位であって該最低位に位置したときに略水平となる最低水平部の、少なくとも一方を備えたことを特徴とする。

【0023】この構成によれば、質量体の部位の中で押鍵開始から押鍵終了までの押鍵全行程中に最高位に位置する部位が、該最高位に位置したときに略水平となり（最高水平部）、及び／又は、質量体の部位の中で前記押鍵全行程中に最低位に位置する部位が、該最低位に位置したときに略水平となる（最低水平部）。これにより、押鍵全行程中において最高位（最低位）に位置する部位をより低く（高く）することができるので、上下方向のスペースの圧迫を緩和することができる。よって、上下方向の省スペース化を図りつつ、質量体の設計の自由度を確保して適切な押鍵感触を得ることができる。

【0024】上記第1の目的を達成するために本発明の請求項3の鍵盤装置は、上記請求項2記載の記載の構成において、前記質量体は、前記回転中心から延設された延設部に錘が設けられることにより慣性質量が与えられ、前記錘は、前記最高水平部の下方または前記最低水平部の上方において前記延設部に内包されるように配置されたことを特徴とする。

【0025】この構成によれば、錘が、最高水平部の下方または最低水平部の上方において、回転中心から延設された延設部に内包されるように配置されているので、錘が最高水平部から上方にまたは最低水平部から下方に突出することがなく、上下方向のスペースを費やさない。よって、上下方向の省スペース化を図りつつ、質量体の設計の自由度を確保して適切な押鍵感触を得ることができる。

【0026】上記第1の目的を達成するために本発明の請求項4の鍵盤装置は、押鍵操作により回転する鍵と、回転中心から延びる両腕部を有するシーソー構造の質量体であって、一方の腕部に被駆動部を有し該被駆動部を介して受けた押鍵操作による駆動力によって前記回転中心を中心として回転する質量体とを備え、前記一方の腕部と他方の腕部とに錘を分離配置し、押鍵操作により前記質量体の前記一方の腕部が前記鍵よりも上方に跳ね上がると共に、押鍵操作により、前記質量体の前記他方の腕部の少なくとも一部が前記被駆動部よりも下方に位置

するように前記質量体を配設したことを特徴とする。

【0027】この構成によれば、押鍵操作により鍵が回動し、一方の腕部に設けた被駆動部を介して受けた押鍵操作による駆動力によって質量体が回動中心を中心として回動する。押鍵操作により、質量体の前記一方の腕部は鍵よりも上方に跳ね上がる一方、質量体の前記他方の腕部の少なくとも一部が前記被駆動部よりも下方に位置する。従って、上下方向のスペースを有効に活用してスペースを節約することができる。また、質量体の一方の腕部と他方の腕部とに錘を分離配置したので、いずれか一方の腕部にのみ配置した場合に比し、両錘の大きさを相対的に小さくすることができ、鍵盤高さ方向のスペースを節約することができる。よって、上下方向の省スペース化を図りつつ、質量体の設計の自由度を確保して適切な押鍵感触を得ることができる。

【0028】上記第2の目的を達成するために本発明の請求項5の鍵盤装置は、押鍵操作により回動する鍵と、該鍵の押鍵操作により駆動され回動支点部を中心に回動する質量体と、弾性膨出部を含む可動部と該可動部に対応する固定部とから成り、前記鍵の押鍵操作に伴い前記弾性膨出部が弾性変形することにより反力を発生する反力発生手段と、該反力発生手段とは別個の手段であって、押鍵操作される前記鍵に反力を付与して該鍵を復帰させる復帰手段とを備え、前記反力発生手段及び前記復帰手段が協働して押鍵終了直前にレットオフ感を生じさせるように構成したことを特徴とする。

【0029】この構成によれば、反力発生手段は、弾性膨出部を含む可動部と該可動部に対応する固定部とから成る。押鍵操作により、質量体が駆動され回動支点部を中心に回動する。押鍵操作に伴い前記センサ部の弾性膨出部が弾性変形して反力が発生する。一方、反力発生手段とは別個の手段である復帰手段が、押鍵操作される前記鍵に反力を付与して該鍵を復帰させる。そして、前記反力発生手段及び前記復帰手段が協働して押鍵終了直前にレットオフ感を生じさせる。これにより、構成を複雑化することなく、押鍵動作検出のために押鍵最終段階で発生する反力をも考慮して押鍵反力を設定でき、押鍵動作検出による影響を排除して所望の押鍵感触を得ることができる。

【0030】なお、前記復帰手段としては、弾性変形する弾性膨出部の反力、質量体の自重及び／または鍵の自重による反力、バネ等による反力等、各種構成が適用可能である。

【0031】上記第2の目的を達成するために本発明の請求項6の鍵盤装置は、押鍵操作により回動する鍵と、該鍵の押鍵操作により駆動され回動支点部を中心に回動する質量体と、弾性膨出部を含む可動部と該可動部に対応する固定部とから成るセンサ部とを備え、前記鍵の押鍵操作に伴い前記センサ部の弾性膨出部が弾性変形することにより、楽音発生用の押鍵動作が検出されると共に

所定態様の押鍵反力が発生するように前記センサ部が構成され、前記センサ部は、独立した第1、第2センサ部から成り、前記第1センサ部は、押鍵操作に伴い第1の反力を発生し、第2センサ部は、押鍵操作に伴い前記第1の反力よりも遅れて第2の反力を発生すると共に押鍵終了直前にレットオフ感を生じさせるように構成されたことを特徴とする。

【0032】この構成によれば、センサ部は、弾性膨出部を含む可動部と該可動部に対応する固定部とから成る。押鍵操作により、質量体が駆動され回動支点部を中心に回動する。押鍵操作に伴い前記センサ部の弾性膨出部が弾性変形する。弾性膨出部の弾性変形により、押鍵動作が検出され、検出信号が楽音指示用に用いられる。これと共に、弾性膨出部の弾性変形により、センサ部が反力を発生し、それが質量体を介して鍵に伝達されて、所定態様の押鍵反力となる。これにより、構成を複雑化することなく、押鍵動作検出のために押鍵最終段階で発生する反力をも考慮して押鍵反力を設定でき、押鍵動作検出による影響を排除して所望の押鍵感触を得ることができる。

【0033】例えば、第1の反力を、グランドピアノにおけるハンマ押し上げ時の反力に相当するように設定し、第2の反力を、グランドピアノにおけるローラバットとジャックとの摩擦による押鍵反力、及び両者がはじられることにより生じるレットオフ感に相当するように設定することにより、グランドピアノの押鍵感触を擬似的に得ることができる。

【0034】上記第3の目的を達成するために本発明の請求項7の鍵盤装置は、押鍵操作により回動する鍵と、該鍵の押鍵操作により駆動され回動支点部を中心に回動する質量体と、前記鍵の自重及び前記質量体の自重の少なくとも一方により、鍵ストロークに対する押鍵反力特性として、平坦な押鍵反力を押鍵による前記鍵の回動往行程初期に発生させる初期反力発生手段と、弾性膨出部を備え、前記鍵及び前記質量体のいずれか一方により押圧されて前記弾性膨出部が弾性変形することで、前記鍵ストロークに対する押鍵反力特性として、第1の山形反力を前記鍵の回動往行程において前記平坦な押鍵反力の発生に続き発生させる第1山形反力発生手段と、弾性膨出部を備え、前記鍵及び前記質量体のいずれか一方により押圧されて前記弾性膨出部が弾性変形することで、前記鍵ストロークに対する押鍵反力特性として、第2の山形反力を前記鍵の回動往行程において前記第1の山形反力の発生に続き発生させる第2山形反力発生手段とを備え、前記第2山形反力発生手段の前記弾性膨出部は、基端部から腕状に膨出して形成され、押圧往行程初期にその反力が高く、押圧往行程中期乃至終期にかけてその反力が押圧往行程初期よりも低くなって座屈感を生じさせると共に、押圧時の発生反力よりも押圧解除時の発生反力の方が小さくなるように構成されたことを特徴とす

る。

【0035】この構成によれば、鍵の自重及び質量体の自重の少なくとも一方により、鍵ストロークに対する押鍵反力特性として、平坦な押鍵反力が押鍵による鍵の回動往行程初期に発生し、鍵及び質量体のいずれか一方により押圧されて第1山形反力発生手段の弾性膨出部が弾性変形することで、鍵ストロークに対する押鍵反力特性として、第1の山形反力が平坦な押鍵反力の発生に続き発生し、鍵及び質量体のいずれか一方により押圧されて第2山形反力発生手段の弾性膨出部が弾性変形することで、第2の山形反力が第1の山形反力の発生に続き発生する。

【0036】従って、例えば、上記平坦な押鍵反力をグランドピアノにおけるハンマ押し上げ時の反力に相当するように設定し、上記第1の山形反力をグランドピアノにおけるローラバットとジャックとの摩擦による押鍵反力に相当するように設定し、上記第2の山形反力をローラバットとジャックがはずれることにより生じるレットオフ感に相当するように設定することにより、グランドピアノの押鍵感を擬似的に得ることができる。しかも、第2山形反力発生手段の弾性膨出部が発生する反力としては、押圧時の発生反力よりも押圧解除時の発生反力の方が小さいので、第2の山形反力が発生する押鍵ストローク位置では押鍵の往行程と復行程の間で押鍵反力のヒステリシスが生じ、鍵の復帰時においてもグランドピアノにおける押鍵反力により近づけることができる。よって、構成を複雑化することなく、押鍵の復行程における押鍵反力をも考慮して、より自然な押鍵感を得ることができる。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0038】(第1の実施の形態)図1は、本発明の第1の実施の形態に係る鍵盤装置の断面図である。同図(a)は非押鍵状態を示し、同図(b)は押鍵状態を示す。同図では白鍵について図示するが、黒鍵についても同様に構成される。なお、本実施の形態において、演奏者側を前方と称する。

【0039】本装置は、電子鍵盤楽器として構成され、押鍵操作されるシーソー型の鍵1と、鍵1によって駆動され回動支点部Pを中心に回動する質量体10とを有する。

【0040】棚板2上に鍵支持部材3が設けられ、複数の鍵1は鍵支持部材3によって押離鍵方向に回動自在に支持される。ストッパ4は、鍵1と当接して鍵1の押鍵の終端位置(同図(b))を規定する。鍵1の後端部上面は、滑らかに加工されており、質量体10を駆動する駆動部1aとして機能する。

【0041】鍵1の後方における棚板2上には、支持部材20が設けられている。支持部材20の上部には、蒲

鉾状の支持部20aが全鍵幅に亘って鍵並び方向に形成されている。支持部20aには、各鍵1に対応して複数の支点ピン23が突設されている。質量体10は、支点ピン23から抜けないように、且つ支持部20aで回動自在に支持されるように構成されている。

【0042】質量体10は、回動支点部Pから前方に延びる前方延設部10A(第1延設部)と、回動支点部Pから後方に延びる後方延設部10B(第2延設部)とから成る。延設部10Aには、発音位置調整用ネジ13が設けられている。発音位置調整用ネジ13の下端部は、鍵1の駆動部1aと当接する被駆動部13aとして機能する。鍵1の押鍵操作により、駆動部1aが被駆動部13aと当接して、質量体10が回動する。発音位置調整用ネジ13は、質量体10の回動量と発音タイミングとの関係を調整するのに用いられる。

【0043】質量体10では、押鍵時に適当な慣性力を得るための質量が主として前方延設部10Aに集中している。延設部10Aの発音位置調整用ネジ13より前方部分を、以下、「第1質量集中部10A1」と称し、延設部10Aの発音位置調整用ネジ13より後方部分を、以下、「第2質量集中部10A2」と称する。

【0044】質量体10は、押鍵時において慣性質量を付与するためのものである。上記のように質量の一部に集中させなくても質量体10全体で慣性質量を発生させるように構成すればよい。例えば長軸に対して直角方向の断面にほぼ様な質量を有するにしてもよいし、後述する本発明の第2の実施の形態のように、質量体10の両端部10f、10rに鉄等の金属をそれぞれ埋設する構成でもよい。

【0045】図1(a)に示すように、第1質量集中部10A1の鍵1に対する対向面10A1a(下面)は、非押鍵状態において鍵1の上面と略平行になっており、しかも近接している。また、同図(b)に示すように、第2質量集中部10A2の鍵1に対する対向面10A2a(下面)は、押鍵状態(鍵1が押鍵終端位置にあるとき)において鍵1の上面と略平行になっており、しかも近接している。延設部10Aの下面をこのような形状に設定することで、支持部20aの上端位置高さHを極力低く設定している。

【0046】質量体10の後方延設部10Bは、へりの字状に屈曲している。後方延設部10Bの下面には、第1アクチュエータ11及び第2アクチュエータ12が突設されている。質量体10の後方延設部10B下方には、第1スイッチ基板21及び第2スイッチ基板22が設けられている。第1スイッチ基板21上には第1スイッチ部25(反力発生手段、センサ部)が、第2スイッチ基板22上には第2スイッチ部26(反力発生手段、センサ部)が、各鍵1に対応してそれぞれ配置されている。第1スイッチ基板21の後方にはストッパ27が設けられる。ストッパ27は、質量体10の回動時に質量体1

0の後端部と当接して緩衝機能を果たす。パネル部5は、鍵1の上方に配置され、各種操作子や表示部(図示せず)を備える。

【0047】図2は、第1スイッチ部25及び第2スイッチ部26の構成を示す断面図である。同図(a)は第1スイッチ部25を示し、同図(b)は第2スイッチ部26を示す。第1、第2のスイッチ部25、26はいずれも、ラバーで構成された接点時間差タイプの2メイク式タッチレスポンススイッチである。押鍵行程において、第1アクチュエータ11は先に第1スイッチ部25に当接し、これに遅れて第2アクチュエータ12が第2スイッチ部26に当接するように設定されている。

【0048】本実施の形態では、所定のアルゴリズムによって第1スイッチ部25をキーオン検出用に用い、第2スイッチ部26をキーオフ検出用に用いて、各スイッチ25、26からの検出信号によって楽音発生のための指示信号を得るようにしているが、いずれか一方、例えば第2スイッチ部26のみでキーオン、キーオフの双方を検出するように構成してもよい。その場合でも、押鍵動作の検出に用いない方のスイッチ部を、後述するような押鍵反力を発生させるためだけに設けるようにしてもよい。

【0049】なお、上述したように、本実施の形態では回動支点部Pにより近い第1スイッチ部25から先に駆動され、回動支点部Pからより遠い第2スイッチ部26が後から駆動されるようにしたことで、安定した動作が確保される。すなわち、各アクチュエータ11、12が互いに離間している構成では、各スイッチ部25、26の駆動順序を逆に設定すると、作動上不安定になる場合があり好ましくないからである。

【0050】また、各アクチュエータ11、12間の距離を十分に確保した上で、回動支点部Pにより近いスイッチ部から順に駆動されるようにしたので、発音タイミング等の精度が向上する。すなわち、例えばグランドピアノにおけるハンマによる打弦タイミングに対応する位置に各スイッチ部25、26を配置する場合において、この配置が質量体10側で多少ずれたとしても、その影響は鍵1に対応させたら僅かなものとなる。従って、各スイッチ部25、26自体の精度がそれほど高いものでなくても、これらを組み合わせた発音制御処理システムを構築すれば、発音位置の精度、ひいてはタッチレスポンスの精度を向上することができる。

【0051】同図(a)に示すように、第1スイッチ部25は、可動部25Aと固定部25Bとから成る。固定部25Bは、第1スイッチ基板21の上面に施され、平面的にみて櫛歯状をしたパターンである固定接点25b1、25b2から成る。可動部25Aは、スカート部25cを有して弾性膨出部となっており、その上面に第1アクチュエータ11が当接する。可動部25Aには、第1、第2メイク用の可動接点25a1、25a2が固定

接点25b1、25b2にそれぞれ対向して設けられている。可動接点25a1、25a2が固定接点25b1、25b2に当接することで、押鍵動作が検出される。

【0052】同図(b)に示すように、第2スイッチ部26も第1スイッチ部25と同様に構成され、可動部26Aと固定部26Bとから成る。固定部26Bは、固定接点26b1、26b2から成り、可動部26Aは、スカート部26cを有して弾性膨出部となっており、可動接点26a1、26a2を備える。ただし、第2スイッチ部26のスカート部26cの厚みは、下部26c2では厚く、上部26c1にいくにつれて薄く形成されている。これにより、単に反力を発生させるだけでなく、適当な座屈を起こさせ、後述するようなレットオフ感が得られるようになっている。なお、その座屈現象については、図7(b)で後述するのと同様である。

【0053】図3は、押鍵時のキーストロークと押鍵反力(荷重)との関係を示す図である。同図では、鍵1の押鍵の往行程において、キーストロークを横軸にとり、押鍵反力(荷重)を縦軸にとって示している。同図

(b)は第1スイッチ部25を押下した場合における反力を示し、同図(c)は第2スイッチ部26を押下した場合における反力を示し、同図(a)はこれら両反力を受けた結果、押鍵時に鍵1に加わる押鍵反力を示す。同図(a)の曲線STは、グランドピアノでいうと発音しない程度の弱い力で押鍵した場合(静的タッチ)を示し、同図(a)の曲線DTは、発音する程度の通常または強い力で押鍵した場合(動的タッチ)を示す。

【0054】同図(b)に示すように、第1スイッチ部25が第1アクチュエータ11によって押下されると、可動部25Aのスカート部25c(図2(a))が撓んで反力F2(第1の反力)が発生する。その後、接点当接まで反力F2は略一定である。

【0055】一方、同図(c)に示すように、第2スイッチ部26が第2アクチュエータ12によって押下されると、可動部26Aのスカート部26c(図2(b))が撓んで反力F3(第2の反力)が発生する。しかし、上述したように、スカート部26cの厚みは、下部26c2では厚く、上部26c1にいくにつれて薄く形成されているので、ほどなく上部26c1から座屈が始まり、その後、接点当接まで反力が減少していく。

【0056】反力F2と反力F3の発生タイミングには、上述した各アクチュエータ11、12と各スイッチ部25、26との当接タイミングの設定によってずれが設けられている。図3(a)では、ストローク位置Aからほぼストローク位置Bまでが、第1スイッチ部25による反力が加わり得る範囲であり、ストローク位置Bから終端位置までが、第2スイッチ部26による反力が加わり得る範囲である。その結果、図3(a)に示すような押鍵反力が得られる。

【0057】すなわち、まず、静的タッチの場合、鍵1が質量体10に当接して反力F1が発生する。この反力F1の大きさ及び発生タイミングは、グランドピアノにおけるハンマ押し上げによる押鍵反力に近似するように設定されている。次いで、第1アクチュエータ11が第1スイッチ部25に当接して反力F2が加わる。この反力F2が加算された反力の大きさ及び反力F2の発生タイミングは、グランドピアノにおけるダンパ押し上げによる押鍵反力に近似するように設定されている。次いで、第2アクチュエータ12が第2スイッチ部26に当接して反力F3が加わった後、反力が減少し、押鍵終端近傍で急上昇する。この反力F3が加算された反力の大きさ、反力F3の発生タイミング、及びその後の反力変化の態様は、グランドピアノにおけるローラパットとジャックとの摩擦による押鍵反力、及び両者がはずれることにより生じるレットオフ感に近似するように設定されている。

【0058】このような設定により、曲線STのように、押鍵往行程においてグランドピアノにおける静的タッチの押鍵感触を擬似的に得ることができる。

【0059】一方、動的タッチの場合は、質量体10は、鍵1からほとんど押鍵初期に与えられた力だけで回動するので、押鍵初期以外は、鍵1の駆動部1aと発音位置調整用ネジ13の被駆動部13aとは離間に近い状態となり、質量体10が各スイッチ部25、26を押圧してもそれらの反力がそのまま鍵1まで伝達されるわけではない。従って、同図(b)、(c)に示すような反力の影響が必ずしも現れず、一般に曲線DTのような反力態様となる。すなわち、押鍵態様によっても異なるが、一般に押鍵初期に反力ピークが発生し、そのままレットオフ領域に突入し得る。押鍵初期に反力ピークが現れるのは、衝突原理に近い作用が指と鍵との間に働くからであると推測される。

【0060】本実施の形態によれば、第1質量集中部10A1の鍵1に対する対向面10A1aを、非押鍵状態において鍵1の上面(鍵側対向面)と略平行に近接させ、第2質量集中部10A2の鍵1に対する対向面10A2aを押鍵状態において鍵1の上面(鍵側対向面)と略平行に近接させたので、押鍵による質量体10の回動行程において鍵1との干渉を回避しつつ質量体10を可能な限り鍵1に近接させることができる。

【0061】すなわち、前述した従来の図10に示す構成のように延設部10Aを一樣な平坦面とした場合に比し、支持部20aの上端位置高さHをより低く設定することができる($H < H'$)。その結果、棚板2上面から延設部10Aの前端部上部までの距離hは、非押鍵時に最小(h_0)で押鍵時に最大(h_1)となるが、これらは従来の図10に示す構成に比し小さい($h_0 < h_0'$ 、 $h_1 < h_1'$)。従って、鍵盤装置における上下方向の省スペース化を図ることができ、ひいては質量体

10の設計の自由度を確保することができるから、適切な押鍵感触を設定することが容易になる。

【0062】別な表現をすれば、鍵盤まわりの構成はシンプルであるが、特に鍵盤の高さを低く設定したとしても大きな慣性質量を得ることができる。すなわち、同じ鍵盤高さ内で鍵と質量体を配設する場合、本実施の形態のような構成によれば、小さい質量でより大きい慣性質量が得られることになる。なぜなら、質量体10のこのような構成にすることで、質量体10の回動範囲、ひいては移動距離を大きく確保でき、これによって実質的な慣性質量を大きく確保することができるからである。

【0063】なお、押鍵終了位置では、質量体10の後方延設部10Bの自由端部が被駆動部13aよりも下方に位置するので、上下方向のスペースを有効に活用してスペースを一層節約することができる。

【0064】また、第1、第2スイッチ部25、26の弾性力を用いて所望の反力が所望のタイミングで発生するように構成し、グランドピアノにおける押鍵反力に相当する反力やレットオフ感を再現するようにしたので、グランドピアノにおける静的タッチの押鍵感触を擬似的に得ることができる。また、駆動部1aと被駆動部13aとが当接/離間可能に構成したので、動的タッチの押鍵感触も得ることができる。

【0065】また、スイッチ部25、26に押鍵動作検出の機能と押鍵反力発生機能を併せ持たすようにしたので、構成が簡単であるだけでなく、適切な押鍵反力の調整が容易である。すなわち、押鍵終端近傍での反力態様は、レットオフ感等、押鍵感触に重要である一方、押鍵動作は押鍵終端近傍で検出するのが好ましい。そのため、仮に両機能を別個の構成とした場合、スイッチ部により押鍵終端近傍で生じた反力が押鍵感触に大きい影響を与え、押鍵反力の調整が複雑になる。しかし、本実施の形態では、スイッチ部25、26による反力を適当に設定することでレットオフ感を含む押鍵反力の調整を容易にすることができる。よって、構成を複雑化することなく、押鍵動作検出のために押鍵最終段階で発生する反力をも考慮して押鍵反力を設定でき、押鍵動作検出による影響を排除して所望の押鍵感触を得ることができる。

【0066】なお、本実施の形態では、スイッチ部25、26の反力と質量体10の自重による復帰方向への付勢作用(復帰手段)とが協働して押鍵終了直前にレットオフ感等の押鍵感触を生じさせるようにしたが、質量体40を非押鍵位置に付記させる手段としては、弾性変形する弾性膨出部の反力、質量体10の自重及び/または鍵1の自重による反力、バネ等による反力等、各種構成が適用可能である。

【0067】なお、本実施の形態では、スイッチ部25、26をタッチスイッチとして構成したが、これに限るものでなく、押鍵反力を発生すると共に押鍵動作を検出するものであれば他の構成を採用してもよい。例え

ば、発光素子、受光素子及び反射板から構成されるフォトリフレクタ等であってもよい。

【0068】なお、本実施の形態では、質量体10が鍵1の後部上方に配置される場合を例示したが、これに限るものでなく、質量体10が鍵1の後部下方に配置されるようにしてもよい。その場合は、被駆動部を、発音位置調整用ネジ13に代えて、質量体10が鍵1により引っ張られるような構成とし、且つ、鍵1が非押鍵位置にあるとき、第2質量集中部10A2の上面が鍵1の長手方向において鍵1の下面に略平行に近接すると共に、鍵1が押鍵終端位置にあるとき、第1質量集中部10Aの上面が鍵1の長手方向において鍵1の下面に略平行に近接するように構成すればよい。

【0069】（第2の実施の形態）以下に、本発明の第2の実施の形態を説明する。

【0070】図4、図5は、本発明の第2の実施の形態に係る鍵盤装置の部分縦断面図である。図4は非押鍵状態（後述する鍵51、質量体40が回動開始位置にある状態）を示し、図5は押鍵往行程終了状態（鍵51、質量体40が回動終了位置にある状態）を示す。これらの図では、上ケースや蓋体等は省略されている。なお、以下、本鍵盤装置の演奏者側（図4の左方）を前方、演奏者からみて鍵後端方向（同図右方）を後方とそれぞれ称する。

【0071】本装置は、押鍵操作されるシーソー型の鍵51（白鍵51W及び黒鍵51B）と、質量体支持部材70と、該支持部材70によって回動自在に支持され鍵51によって駆動されて回動するシーソー型の質量体40とを有する。

【0072】棚板52上には鍵フレーム60が設けられている。鍵フレーム60上には鍵支持部53が設けられ、鍵支持部53には支点ピン6（白鍵用支点ピン56W、黒鍵用支点ピン56B）が各鍵51に対応して突設されている。各鍵51W、51Bにはそれぞれ支点穴51Wa、51Baが設けられている。支点穴51Wa、51Baはいずれも、下方に向かって縮径している。各鍵51の鍵盤装置本体への組み付け（鍵フレーム60への取り付け）時には、支点ピン6が支点穴51Wa、51Baを貫通し、これにより、各鍵51の鍵並び方向及び鍵長手方向の位置が規制されると共に、各鍵51が鍵支持部53によって押離鍵方向に回動自在に支持される。

【0073】各鍵51の後端部上面には、発泡ウレタンが貼着され、さらにその上面には摺動しやすいテープが貼着されている。これら発泡ウレタン及びテープからなる弾性体が貼着された部分は後述する質量体40の発音位置調整ネジ41と当接して質量体40を駆動する駆動部9として機能する。上記弾性体により当接がチャタリングなく円滑にされている。すなわち、弾性体により、鍵51と質量体40との間において、駆動時の振動イン

ピーダンスマッチングを適切にとることができる（オーバーシュートによる振動モードを発生しない）ということである。

【0074】鍵フレーム60の前部には、押鍵ストッパ54（白鍵用押鍵ストッパ54W、黒鍵用押鍵ストッパ54B）及びキーガイド55（白鍵用キーガイド55W、黒鍵用キーガイド55B）が各鍵51毎に設けられている。押鍵ストッパ54は鍵51と当接して鍵51の押鍵による回動終了位置（図5）を規制する。キーガイド55は、鍵51の回動時における鍵並び方向への揺動を抑制する。

【0075】鍵フレーム60上における押鍵ストッパ54、キーガイド55の後方であって鍵支持部53の前方には、スイッチ基板7が設けられ、該スイッチ基板7には各鍵51毎に第1の鍵スイッチ58が設けられている。第1の鍵スイッチ58は鍵51によって押下され、主として押鍵操作を検出する。

【0076】質量体支持部材70は、棚板52上における鍵51の後端部近傍に設けられている。支持部材70は、例えば1オクターブ単位で構成され、前部及び後部の適所で棚板52に固定されている。支持部材70の前部には、非押鍵時用ストッパ21が各鍵51毎に設けられており、非押鍵時用ストッパ21は、鍵51と当接して鍵51の押鍵による回動開始位置（図4）、すなわち非押鍵時の位置を規制する。支持部材70の後部には、後述する質量体用ストッパ72が設けられている。質量体用ストッパ72は弾性を有し、後述する質量体40の当接部44と当接して押鍵に伴う質量体40の回動終了位置（図5）を規制すると共に、緩衝機能を果たす。

【0077】支持部材70にはさらに、スイッチ基板73が設けられる。スイッチ基板73は、複数の支持部材70に対応、例えば全鍵に対応して設けられ、ネジ74によって支持部材70に固定されている。スイッチ基板73上には第2の鍵スイッチ75が各質量体40毎に設けられている。第2の鍵スイッチ75は、質量体40によって押下され、主として鍵51の離鍵動作を間接的に検出する。なお、本実施の形態では、設定モードにより、第1の鍵スイッチ58及び第2の鍵スイッチ75の双方による検出結果に基づいて、所定のアルゴリズムによる多彩な楽音制御が可能のように構成されているが、第1の鍵スイッチ58及び第2の鍵スイッチ75のいずれか一方による検出結果に基づいて楽音制御を行うようにしてもよい。

【0078】支持部材70はまた、これに固設される回動軸部32を有する。回動軸部32は後述する質量体40の軸受け部45（回動中心）と係合して質量体40を回動自在に支持する。

【0079】本鍵盤装置では、いわゆる上跳ね式構造が採用され、質量体40が鍵51よりも上方に跳ね上がる。質量体40は、押鍵開始位置では後述する尾部47

の上面 47 a (最低水平部) が最も高い位置にあり、押鍵終了位置では頭部 46 の前部上面 46 d (最高水平部) が最も高い位置にあるが、押鍵全行程においては押鍵終了位置における頭部 46 の上面 46 d の位置が最も高くなる。従って、本装置の高さ (装置の上下方向の厚み) は主として前部上面 46 d の最高位置を考慮して設定されている。

【0080】図 6 は、質量体 40 の構成を示す側面図である。

【0081】質量体 40 は、適当な押鍵感触を得るために設けられる。質量体 40 は、発音位置調整ネジ 41、後述するフロントウェイト FRW (錘) 及びバックウェイト BUW (錘) を除く部分 (本体) が樹脂で形成され、各質量体 40 はいずれも同様に構成される。質量体 40 には、欠円状の穴を有する軸受け部 45 が両側面に形成される。質量体 40 は、両軸受け部 45 が支持部材 70 の回動軸部 32 に嵌合されることにより回動自在に支持され、押離鍵時には軸受け部 45 を中心として回動する。

【0082】質量体 40 は、軸受け部 45 から前方に延びる前方延設部 40 A (腕部) と、軸受け部 45 から後方に延びる後方延設部 40 B (腕部) とから構成される。質量体 40 には、押鍵時に適当な慣性力を得るための質量として、前方延設部 40 A の頭部 46 及び後方延設部 40 B の尾部 47 には中空状の錘取り付け部 46 e、47 e がそれぞれ形成されている。これら錘取り付け部 46 e、47 e には、金属製等のフロントウェイト FRW 及びバックウェイト BUW が分離配置されている。

【0083】各ウェイト FRW、BUW の質量体 40 への組み付けは、質量体 40 を金型によって成形する際、金属製錘としてのウェイト FRW、BUW に対する樹脂のアウツサートの同時成形によって各ウェイト FRW、BUW が樹脂内にインサート成形されることによってなされる。場合によっては、質量体 40 とウェイト FRW、BUW とを別々に形成し、ウェイト FRW、BUW の外周を軟質樹脂でアウツサート成形したものを錘取り付け部 46 e、47 e の内周に圧着挟持させて質量体 40 を完成するようにしてもよい。

【0084】各ウェイト FRW、BUW は頭部 46、尾部 47 にそれぞれ内包される形で配置されるので、頭部 46、尾部 47 の上方に突出することがなく、上下方向のスペースの圧迫が回避されている。

【0085】各ウェイト FRW、BUW は、外縁部の形状を略同一にしつつ、厚さや不図示の中空部の大きさの組み合わせによってそれぞれ異なる重さに設定されている。重さの設定は、全鍵について動的タッチ及び静的タッチを共に考慮してなされ、例えば慣性モーメントが高音鍵から低音鍵に向かうにつれて大きくなるように設定され、これにより、押鍵感触キースケーリングが実現さ

れている。

【0086】各ウェイト FRW、BUW の取り付けにより、質量体 40 はいずれも、前方延設部 40 A の方が後方延設部 40 B よりも重く設定されている。従って、非押鍵状態及び押鍵初期には鍵 51 の駆動部 59 と常に当接し、鍵 51 と質量体 40 とが連動状態となる。なお、押鍵態様によっては、ごくまれに押鍵往行程途中から質量体 40 が鍵 51 の駆動部 59 から離間する場合がある。

【0087】発音位置調整ネジ 41 は延設部 40 A に設けられている。発音位置調整ネジ 41 は、曲面状の頭部 41 a、六角レンチ用の六角穴 (図示せず) を有する調整部 41 b、及びネジ部 (図示せず) を有する軸部 41 c が一体となって構成され、例えば質量体 40 の金型による成形時にインサート成形により質量体 40 に取り付けられる。発音位置調整ネジ 41 は、頭部 41 a が鍵 51 の駆動部 59 と当接して押鍵による駆動力を質量体 40 に伝達し、これによって質量体 40 が回動する。発音位置調整ネジ 41 は質量体 40 の成形時に最も下方に突出した状態でインサートされ、成形後はドライバで回転させることで下方への突出量が個々に調整可能になっている。これによって、質量体 40 の回動量と第 2 の鍵スイッチ 75 の検出による発音タイミングとの関係を調整することができる。

【0088】前方延設部 40 A の頭部 46 の下面 46 a は、側方からみて滑らかな直線状で、図 4 に示すように非押鍵状態において鍵 51 の上面に近接しており、上下方向の省スペースを図っている。下面 46 a は、非押鍵状態において前方が鍵 51 上面に対してやや開き気味に設定されており (図 4)、製品ばらつきがあっても下面 46 a の前方が鍵 51 上面に対して閉じ気味にはならないようになっている。下面 46 a より後方の下面後部 46 b は後方にいくに従い上方に傾斜している。上記のように下面 46 a は前方に開き気味であるが、下面後部 46 b がこのように傾斜していることで、下面後部 46 b と鍵 51 上面との干渉が生じにくいようになっている。

【0089】なお、第 1 の実施の形態における第 1 質量集中部 10 A1 の鍵 1 に対する対向面 10 A1 a と同様に、頭部 46 の下面 46 a が非押鍵状態において鍵 51 上面と略平行に近接するように設定してもよい。

【0090】頭部 46 の前部上面 46 d は、略平面状に形成され、押鍵終了位置 (図 5) で本鍵盤装置に対して略水平状態となるように設定されている。上述したように、押鍵全行程においては押鍵終了位置における頭部 46 の上面 46 d の位置が最も高いから、このように設定することで、上下方向のスペースが節約される。

【0091】後方延設部 40 B の下面には、アクチュエータ 42 が設けられ、アクチュエータ 42 は、質量体 40 の回動に伴い支持部材 70 の鍵スイッチ 75 を押下する。後方延設部 40 B の後端部下部には、当接部 44 が

形成されている。当接部 44 は、質量体 40 の回転によって支持部材 70 の質量体用ストッパ 72 に当接する。

【0092】尾部 47 の上面 47a は略平面状に形成され、非押鍵状態（図 4）で本鍵盤装置に対して略水平状態となるように設定されている。上述したように、押鍵開始位置では尾部 47 が最も高い位置にあるから、このように設定することで、主に尾部 47 近傍における上下方向のスペースが節約される。

【0093】さらに、押鍵終了位置では、質量体 40 の尾部 47 が発音位置調整ネジ 41 よりも下方に位置するので、上下方向のスペースを有効に活用してスペースを節約することができる。なお、後方延設部 40B のうち少なくとも一部が発音位置調整ネジ 41 より下方に位置するようにすればよい。

【0094】また、当接部 44 の下面 44a は側方からみると略直線状をしているが、この当接部 44 の下面 44a は押鍵終了位置（図 5）で本鍵盤装置に対して略水平状態となるように設定されている。押鍵終了位置では当接部 44 の下面 44a が最も低く位置するから、このように設定することで、上下方向のスペースの節約につ

ながる。

【0095】本実施の形態によれば、押鍵全行程において、質量体 40 の頭部 46 の前部上面 46d が質量体 40 の部位の中で最高位に位置する部位であることを考慮して、最高位に位置する押鍵終了位置（図 5）で、頭部 46 の前部上面 46d が本鍵盤装置に対して略水平状態となるように設定したので、上下方向のスペースの圧迫を緩和することができる。また、押鍵全行程において最低位に位置する当接部 44 の下面 44a を、最低位に位置する押鍵終了位置で本装置に対して略水平状態となるように設定したので、上下方向のスペースの圧迫を一層緩和することができる。さらに、押鍵開始位置に限れば最高位に位置する尾部 47 の上面 47a を押鍵開始位置で本装置に対して略水平状態となるように設定したことによっても、尾部 47 近傍におけるスペースの圧迫の緩和に寄与している。よって、上下方向の省スペース化を図りつつ、質量体の設計の自由度を確保して適切な押鍵感触を得ることができる。また、質量体 40 の設計の自由度確保につながることから、適切な押鍵感触の設定を容易にする上で第 1 の実施の形態と同様の効果を奏することができる。

【0096】また、各ウェイト FRW、BUW は、頭部 46、尾部 47 にそれぞれ内包される形で配置され、頭部 46 の前部上面 46d の上方、尾部 47 の上面 47a の上方、または当接部 44 の下方等に突出することがないので、各ウェイト FRW、BUW の存在が上下方向のスペースを費やさない。よって、質量体 40 の前部上面 46d や上面 47a 等を上記のように略水平に設定したことによる効果を十分に発揮させることができ、質量体 40 自体の設計の工夫で上下方向の省スペース化を効果

的に図ることができる。

【0097】さらに、押鍵終了位置では、後方延設部 40B の一部である尾部 47 が発音位置調整ネジ 41 よりも下方に位置するので、上下方向のスペースを有効に活用してスペースを一層節約することができる。

【0098】なお、上下方向のスペースを節約するためには、押鍵開始から押鍵終了までの押鍵全行程中に最高位または最低位に位置する質量体 40 の部位を本装置に対して略水平となるように設定すればよく、この部位は質量体 40 の自由端部に限られない。上記設定は、最高位に位置する部位及び最低位のいずれかに位置する部位のいずれかについてのみ行ってもよいが、双方について行うのが望ましい。なお、最高／最低位でなくても、それに近い位置に位置する場合がある部位は、同様に略水平に設定するのが好ましく、そのようにすればその部位近傍におけるスペースの節約を容易に図ることができる。

【0099】なお、本実施の形態において質量体 40 の前部上面 46d 等のような最高／最低位の部位を略水平に設定したことや、ウェイト FRW、BUW を頭部 46、尾部 47 に内包配置した点は、第 1 の実施の形態における質量体 10 にも適用してもよい。これにより、上下方向の省スペースを一層図ることができる。

【0100】（第 3 の実施の形態）以下に、本発明の第 3 の実施の形態を説明する。

【0101】本第 3 の実施の形態に係る鍵盤装置の構成は、基本的に第 2 の実施の形態と同様であり、図 4～図 6 に示す通りである。ただし、本第 3 の実施の形態では、第 1 の鍵スイッチ 58（第 1 山形反力発生手段）及び第 2 の鍵スイッチ 75（第 2 山形反力発生手段）の反力によって適当な押鍵感触を得るように構成される。

【0102】本実施の形態では、鍵 51 を押鍵すると、まず第 1 の鍵スイッチ 58 が鍵 51 の下面に設けられた不図示のアクチュエータによって押下され、それに遅れて第 2 の鍵スイッチ 75 が質量体 40 のアクチュエータ 42 によって押下されるように、各鍵スイッチ 58、75 等の配置や高さが設定されている。

【0103】図 7 は、第 1 の鍵スイッチ 58 及び第 2 の鍵スイッチ 75 の構成を示す断面図である。同図（a）は第 1 の鍵スイッチ 58 を示し、同図（b）は第 2 の鍵スイッチ 75 を示す。第 1、第 2 の鍵スイッチ 58、75 はいずれも、ゴム等の弾性部材で構成された接点時間差タイプの 2 メイク式タッチレスポンススイッチである。

【0104】同図（a）に示すように、第 1 の鍵スイッチ 58 は可動接点 58a1、58a2 及びこれらに対向する固定接点 58b1、58b2 を備える。第 1 の鍵スイッチ 58 は、基端部 58g からスカート部 58c が上方に延び、腕状に膨出した弾性膨出部が形成されている。その上端部 58d は鍵 51 による押圧力を受ける。

上端部 58d が押圧されると、スカート部 58c が弾性変形（座屈）して、可動接点 58a1、58a2 と固定接点 58b1、58b2 とが当接し、押鍵操作が検出される。なお、上記座屈現象については、図 7（b）で後述することによってより明らかになる。

【0105】第 2 の鍵スイッチ 75 も第 1 の鍵スイッチ 58 と基本的に同様に構成される。すなわち同図（b）に示すように、第 2 の鍵スイッチ 75 は可動接点 75a1、75a2 及びこれらに対向する固定接点 75b1、75b2 を備える。第 2 の鍵スイッチ 75 は、基端部 75g からスカート部 75c が上方に延び、枕状に膨出した弾性膨出部が形成されている。その上端部 75d は被駆動部として質量体 40 のアクチュエータ 42 による押圧力を受ける。上端部 75d が押圧されると、スカート部 75c が弾性変形（座屈）して、可動接点 75a1、75a2 と固定接点 75b1、75b2 とが当接し、押鍵操作が検出される。

【0106】スカート部 75c の肉厚は、基端部 75g 近傍の下部 75c3 では厚く、中間部 75c2 を経て、上端部 75d に近い上部 75c1 にいくにつれて薄くなるように形成されている。これにより、後述するように、第 2 の鍵スイッチ 75 は、押圧されると適当な反力を発生する一方、押圧解除時には押圧時より小さい反力を発生しつつ復帰し、反力のヒステリシスを与える。なお、第 2 の鍵スイッチ 75 の素材としては、このヒステリシスがより効率よく得られるような素材が選定されると共に、構造的にも、第 2 の鍵スイッチ 75 の方が第 1 の鍵スイッチ 58 よりも座屈作用及びヒステリシス現象がより強く現れるように構成されている。スカート部の高さが、第 1 の鍵スイッチ 58 よりも第 2 の鍵スイッチ 75 の方が高いのも、その 1 つである。

【0107】より具体的には、図 7（b）に示すように、第 2 の鍵スイッチ 75 では、基端部 75g からストレートにほぼ垂直にスカート部 75c が立ち上がり、下部 75c3 及び中間部 75c2 では、ほぼ直線的に上方に延びる。ただし、上方にいくにつれて、それらの水平断面の径が少しずつ小さくなっていく（その径の変化率を A とする）。中間部 75c2 に連設される上部 75c1 では、水平断面の径が一層小さくなっていく（その径の変化率を B とする）。そして、変化率 B が変化率 A より大となるように設定、すなわち、スカート部 75c の部分縦断面形状が逆 J 字状を呈するように形成する。これにより、押下され始めでは反力が高く、押下往行程の途中乃至押下終わりにかけて反力が小さくなって、押下されることにより座屈が進行する構成が実現される。しかも、押下解除時には押下往行程時よりも反力が小さく、ヒステリシスが発生するような構成となる。

【0108】なお、スカート部 75c において、水平断面の径の変化率が急激に変化する位置 Z が、座屈が始まる部位となる。

【0109】図 8 は、鍵スイッチのストロークと反力（荷重）との関係を示す図である。同図では、ストロークを横軸にとり、反力（荷重）を縦軸にとって示している。同図（a）は第 1 の鍵スイッチ 58 を押下した場合における反力を示し、同図（b）は第 2 の鍵スイッチ 75 を押下した場合における反力を示す。

【0110】押圧による反力は、主としてスカート部 58c、75c の座屈によって生じる。図 7 に示す可動接点 58a1、58a2、75a1、75a2 の各膨出部 58e、58f、75e、75f の座屈によっても反力は僅かに生じるが、全体としての反力にはほとんど影響しない。もっとも、これら可動接点の各膨出部 58e、58f、75e、75f の座屈をも積極的に利用して全体として適当な反力を生じさせるようにしてもよい。その場合、第 1 の鍵スイッチ 58 でいえば、膨出部 58e 及び膨出部 58f のいずれか一方の座屈反力を利用してよいし、双方の座屈反力を利用してよい。

【0111】第 1 の鍵スイッチ 58 では、図 8（a）に示すように、押圧直後、反力が急上昇し、t1 でスカート部 58c が座屈を始め、その後反力上昇が衰える。一方、第 2 の鍵スイッチ 75 では、同図（b）に示すように、押圧直後、反力が急上昇し、t2 でスカート部 75c が座屈を始め、反力が一旦減少した後、t3 以降は反力が再度上昇していく。この t3 における反力の減少が後述するレットオフ感を生み出す。

【0112】第 1 の鍵スイッチ 58 と第 2 の鍵スイッチ 75 との反力の発生タイミングの関係は、第 1 の鍵スイッチ 58 の反力が図 8（a）の t1 近傍に達した時点で第 2 の鍵スイッチ 75 が押下され始め、第 2 の鍵スイッチ 75 の反力が立ち上がっていくような関係となっている。

【0113】図 9 は、押鍵時及び離鍵時のキーストロークと押鍵反力（荷重）との関係を示す図である。同図では特に、グランドピアノでいうと発音しない程度の弱い力で押鍵した場合（静的タッチ）の押鍵反力を示している。

【0114】同図に示す曲線 SG、SB2 はそれぞれ、本装置による押鍵の往行程、復行程における押鍵反力を示す。なお、曲線 SB1 はヒステリシスがない従来の装置における押鍵復行程における押鍵反力を示し、曲線 PB はグランドピアノにおける押鍵復行程における押鍵反力を示す。

【0115】本装置の静的タッチでは、曲線 SG のように、まず押鍵初期に略一定の平坦な押鍵反力 FF が発生する。これは鍵 51 及び質量体 40（ウェイト FRW、BUW を含む）の自重により生じるものである（初期反力発生手段）。なお、平坦な押鍵反力 FF は、専ら鍵 51 または質量体 40 のいずれか一方の自重により生じるようにしてもよい。あるいは、弾性膨出部を別途設け、これの反力によって押鍵反力 FF を発生させるように構

成してもよい。

【0116】次いで、先に第1の鍵スイッチ58が鍵51によって押下されることで、第1の山形反力FM1が発生する。これはスカート部58cの弾性変形によって生じ、図8(a)のt1以前に発生する反力が押鍵反力FFに加算されて生じる。その後、第2の鍵スイッチ75が質量体40のアクチュエータ42によって押下されることで、第2の山形反力FM2が発生する。これはスカート部75cの弾性変形によって生じ、そのピーク及びピーク後の落ち込み(レットオフ)の位置は図8(b)のt2及びt3に対応して生じる。

【0117】平坦な押鍵反力FFの大きさ、発生タイミング及び発生態様は、グランドピアノにおけるハンマ押し上げによる押鍵反力に近似するように設定されている。第1の山形反力FM1の大きさ、発生タイミング及び発生態様は、グランドピアノにおけるダンパ押し上げによる押鍵反力に近似するように設定されている。第2の山形反力FM2の大きさ、発生タイミング及び発生態様は、グランドピアノにおけるローラバットとジャックとの摩擦による押鍵反力、及び両者がはずれることにより生じるレットオフ感に近似するように設定されている。このような設定により、押鍵往行程においてグランドピアノにおける静的タッチの押鍵感触を擬似的に得ている。

【0118】ところで、押鍵による鍵51、質量体40の回動終了位置からの復帰時、すなわち押鍵の復行程においては、スイッチ等の弾性膨出部の弾性変形でレットオフを得る従来の鍵盤装置では、曲線SB1のように、往行程における反力に近いピークを有する反力が生じていた。そのため、復行程で押し戻されるような強い押鍵反力が質量体乃至鍵を通じて手に伝わり、質の悪いタッチ感の原因になっていた。そこで本装置では、上述したようにスカート部75cの肉厚を上部75c1にいくにつれて薄くする等により、押圧解除時の反力が押圧時より小さくなるように構成し、反力のヒステリシスを得るようにした。従って、復行程における第2の山形反力FM2に対応する位置では、曲線SB2は曲線SB1に比し相当に低く、むしろ曲線PBに近くなっている。これにより、回動終了位置からの復帰直後、特にレットオフ領域に対応する位置における押鍵感触についてもグランドピアノのものにより近似させることができる。

【0119】本実施の形態によれば、第2の実施の形態と同様の効果を奏するだけでなく、押鍵往行程において、第1の鍵スイッチ58及び第2の鍵スイッチ75の弾性変形によって、平坦な押鍵反力FF、第1の山形反力FM1及び第2の山形反力FM2を作り出し、これらの大きさ、発生タイミング、形態を適当に設定することで、グランドピアノの往行程における静的タッチの押鍵感触を擬似的に得ることができる。

【0120】また、レットオフ領域で、往行程と復行程

とで押鍵反力のヒステリシスを設定したので、回動復帰時においてもグランドピアノにおける押鍵反力により近づけることができる。しかも、押鍵反力のヒステリシスは、第2の鍵スイッチ75のスカート部75cを上方にいくほど薄く設定することで得られるので、構成が複雑化せず、コストも上昇しない。

【0121】よって、構成を複雑化することなく、押鍵の復行程における押鍵反力をも考慮して、よりグランドピアノに近い自然な押鍵感触を得ることができる。

10 【0122】なお、発音位置調整ネジ41の頭部41aは鍵51の駆動部59と当接/離間可能に構成されているので、動的タッチの押鍵感触も得ることができる点は第1の実施の形態と同様である。また、第1の鍵スイッチ58及び第2の鍵スイッチ75が押鍵操作検出機能及び押鍵反力発生機能を兼ねているので、構成が簡単である点、押鍵操作検出による影響を排除して所望の押鍵感触を得ることができる点も、第1の実施の形態と同様である。

20 【0123】なお、第1、第2の鍵スイッチ58、75は、双方共に鍵側1に設けてもよいし、質量体40側に設けてもよい。また、押鍵反力のヒステリシスは、主にレットオフ領域で必要であり、本実施の形態ではレットオフを生じさせる第2の鍵スイッチ75にヒステリシス機能を持たせるようにしたが、鍵スイッチの押下順序を変え、例えば先に質量体40側の鍵スイッチ、続いて鍵51側の鍵スイッチという順で押下されるようにしてもよい。その場合は、より遅く押下される鍵51側の鍵スイッチがレットオフ機能及びヒステリシス機能を果たすように構成すればよい。

30 【0124】なお、第1、第2の鍵スイッチ58、75にタッチスイッチでなくフォトセンサ等の他の構成を採用してもよいことは第1の実施の形態と同様である。

【0125】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の請求項1に係る鍵盤装置によれば、押鍵による質量体の回動行程において鍵との干渉を回避しつつ可能な限り鍵と近接させることで、上下方向の省スペース化を図りつつ、質量体の設計の自由度を確保して適切な押鍵感触を得ることができる。

40 【0126】請求項2に係る鍵盤装置によれば、最高位または最低位に位置する部位によるスペースの圧迫を緩和して、上下方向の省スペース化を図りつつ、質量体の設計の自由度を確保して適切な押鍵感触を得ることができる。

【0127】請求項3に係る鍵盤装置によれば、錘が上下方向のスペースを費やさないようにして、上下方向の省スペース化を図りつつ、質量体の設計の自由度を確保して適切な押鍵感触を得ることができる。

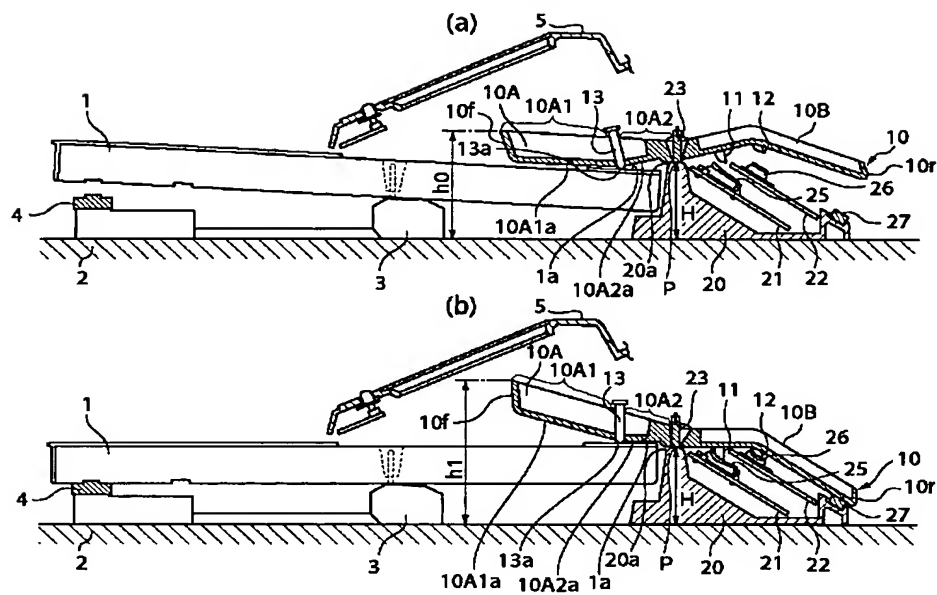
【0128】請求項4に係る鍵盤装置によれば、上下方向の省スペース化を図りつつ、質量体の設計の自由度を

【図5】 同形態における支持部材を上方からみた平面図である。

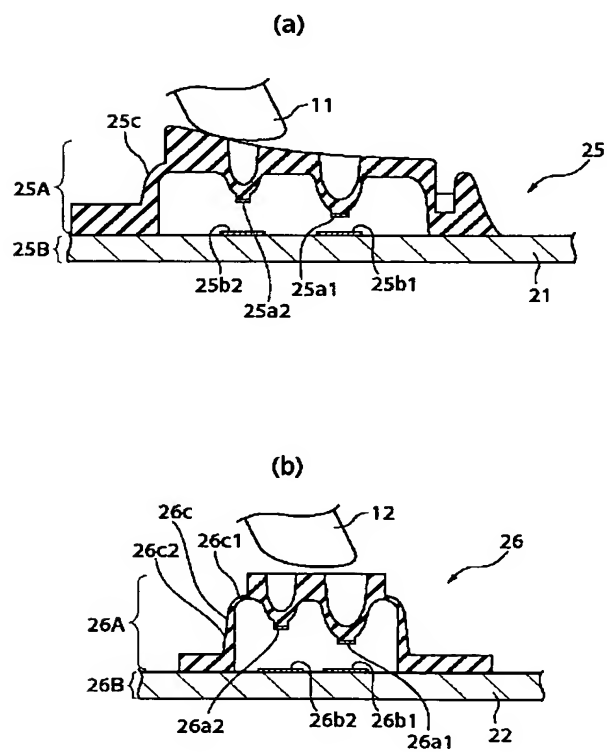
1 鍵、 1 a 駆動部、 3 鍵支持部材、 1 0
 質量体、 1 0 A 前方延設部（第1延設部）、 1 0
 A 1 第1質量集中部、 1 0 A 1 a、 1 0 A 2 a 対
 向面、 1 0 A 2 第2質量集中部、 1 0 B 後方延
 設部（第2延設部） 1 3 a 被駆動部、 2 0 支持
 部材、 2 0 a 支持部、 2 5 第1スイッチ部（反
 力発生手段、センサ部）、 2 6 第2スイッチ部（反
 力発生手段、センサ部）、 2 5 A、 2 6 A 可動部、
 2 5 B、 2 6 B 固定部、 P 回動支点部、 3 2
 回動軸部、 4 0 質量体、 4 0 A 前方延設部（腕
 部）、 4 0 B 後方延設部（腕部）、 4 1 発音位
 置調整ネジ、 4 4 当接部、 4 4 a 下面（最低水
 平部）、 4 5 軸受け部（回動中心）、 4 6 頭部、
 4 6 a 下面、 4 6 b 下面後部、 4 6 d 前部
 上面（最高水平部）、 4 7 尾部、 4 7 a 上面、
 5 1 鍵、 5 3 鍵支持部、 5 8 第1の鍵スイッ
 チ（第1山形反力発生手段）、 5 9 駆動部、 6 0
 鍵フレーム、 7 0 支持部材、 7 5 第2の鍵ス
 イッチ（第2山形反力発生手段）、 FRW フロント
 ウェイト（錘）、 BUW バックウェイト（錘）

[illegible]

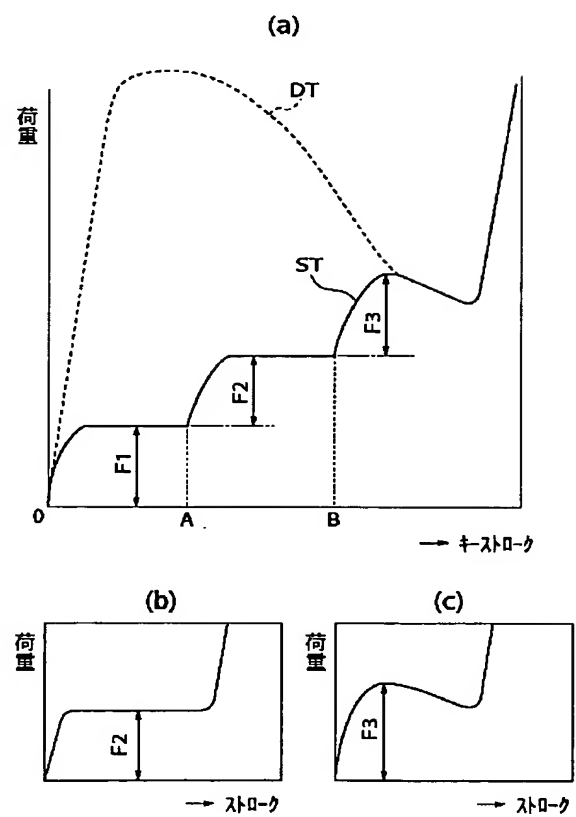
【図 1】



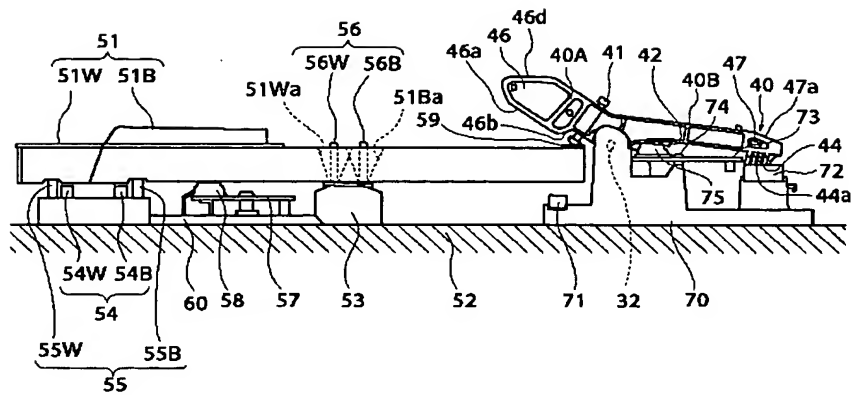
【図 2】



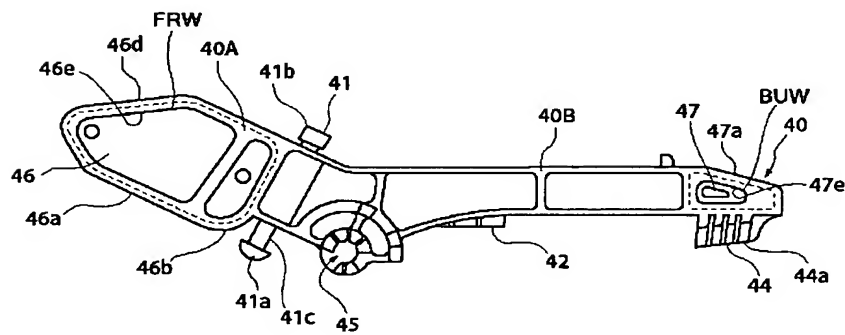
【図 3】



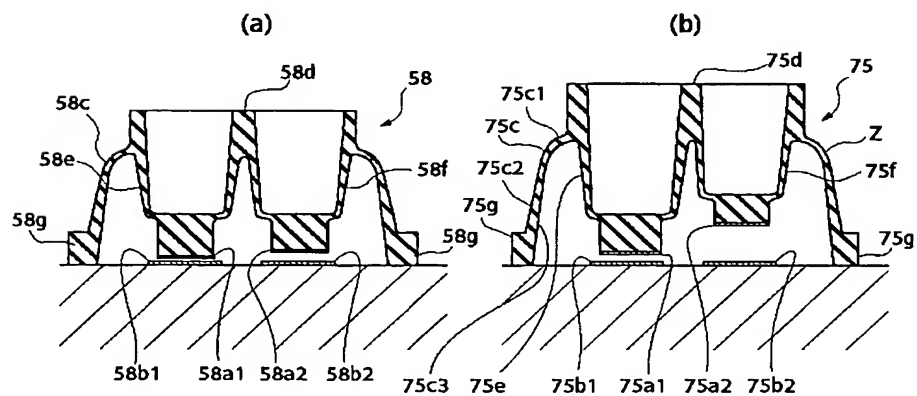
【図 5】



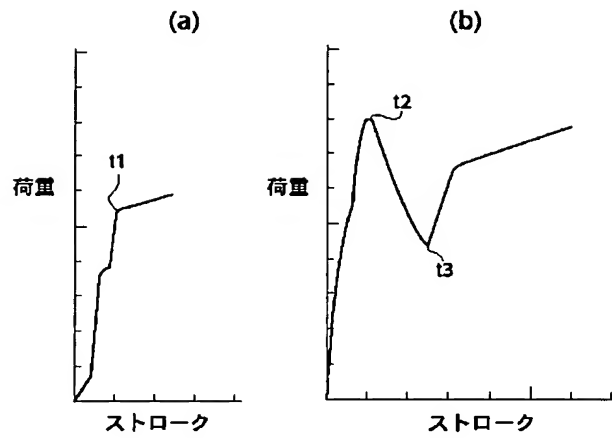
【図 6】



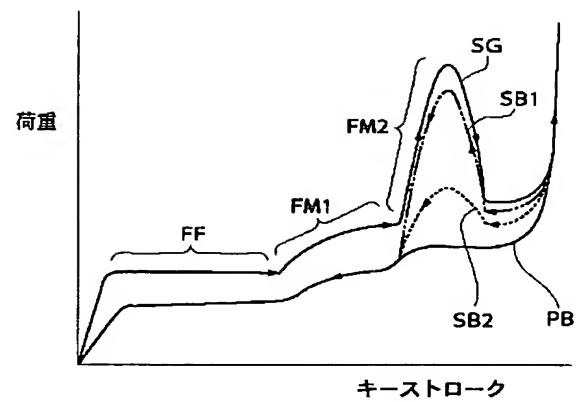
【図 7】



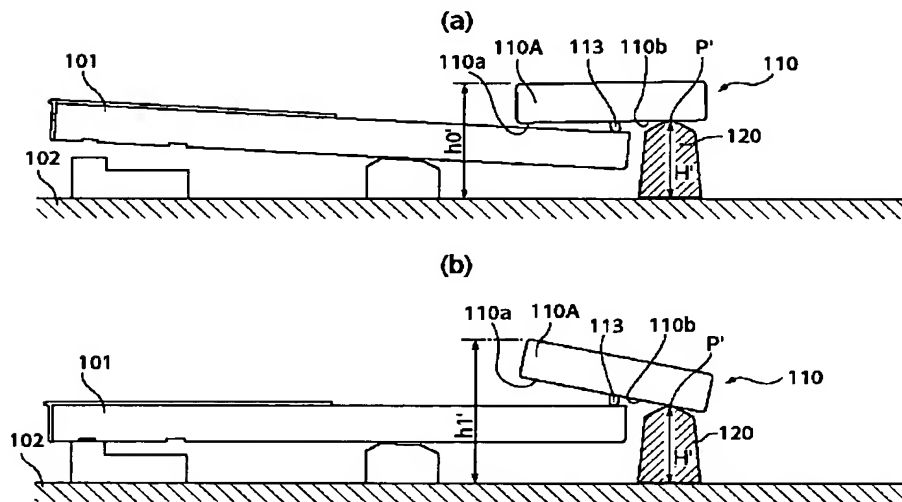
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 石原 秀輝
静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式
会社内

Fターム(参考) 5D378 DE02 DE42 DE47 DE52 EE01
EE04 EE06 EE07 EE11 SE21
WW14

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.